

## 亜熱帯島嶼環境下において塩害劣化が生じた PC 橋の載荷試験による耐荷力検討

大日本コンサルタント(株) 正会員 ○田代 大樹 正会員 本田 博幸  
 同上 正会員 平野 貴之 正会員 中池 竜司

### 1. はじめに

日本唯一の亜熱帯海洋性気候に属する沖縄県では、高外来塩分・高外来アルカリ環境および高温多湿という自然環境下であることから、塩害やアルカリ骨材反応などのコンクリートの劣化現象の開始および進行速度が早い。そのため、橋梁等のインフラの整備にあたっては、構造物の高耐久化や合理的かつ適切な維持管理に対する取り組みが重要課題となっている。本報告では、沿岸部に位置する PC 橋の定期点検において、主桁下面の広範囲にうきが確認されたことから、損傷発生箇所のはつり調査を実施し、残存耐荷力の確認を目的とした荷重車載荷試験および応力頻度測定を実施した事例について報告するものである。

### 2. 対象橋梁の概要

対象橋梁は沖縄県の海岸線沿道に位置する PC 単純プレテンション I 桁橋である。本橋は昭和 57 年に架設された橋長 10.44m、片側に 4.5m の歩道を有する全幅員 14m の斜角を有する橋梁である。

過年度資料によると H21 年に詳細調査が実施されており、塩害による主桁の PC 鋼材素線 1 本の破断が確認された。しかし、実際の交通状況を考慮した設計荷重 (B 活荷重) のレーン載荷による応力照査<sup>1)</sup>の結果、使用性を満足することが確認されたことから、コンクリートの断面修復のみ実施された。その後、H24 年に実施された定期点検で再劣化と思われる主桁下面の局部的なうきが確認されており、今回実施した H29 年の定期点検では新たなものと再劣化と思われる損傷が進行し、**写真-1** に示すように主桁下面のうきが広範囲に拡大していた。うきが生じた箇所についてははつり調査を実施したところ、スターラップは腐食により破断していたものの、PC 鋼線は表面の腐食のみで破断は確認されなかった (**写真-2**)。なお、支間中央部における曲げひびわれの確認を目的として、多孔質表面探傷剤 (蛍光塗料) による調査を実施したが、橋軸直角方向に発生する曲げひびわれは確認されなかった。

### 3. 荷重車載荷試験と応力頻度測定

はつり調査の結果、主桁の PC 鋼材は破断していなかったものの、海からの波風を直接受ける過酷な塩害環境下にあることから、今後急激に損傷が進展する可能性が高い。また、はつり調査箇所はあくまで一部であることから、橋全体の残存耐荷力をなるべく正確に把握し、通行規制の必要性等を判断する必要があった。そこで、総重量 19.81t の 3 軸トラックを用いた静的・動的載荷試験により支間中央に作用するひずみとたわみを測定するとともに、平日 72 時間の応力頻度測定<sup>2)</sup>を実施し、復元設計に基づく理論値との比較から残存耐荷力の照査を行うこととした。なお、計測機器の設置は橋下に設置した足場から行ったが、今後の継続的なモニタリングを想定して、橋面からの加速度計測により簡易にたわみを算出できる「TWM システム」((株) TTES 提供) を用いて、変

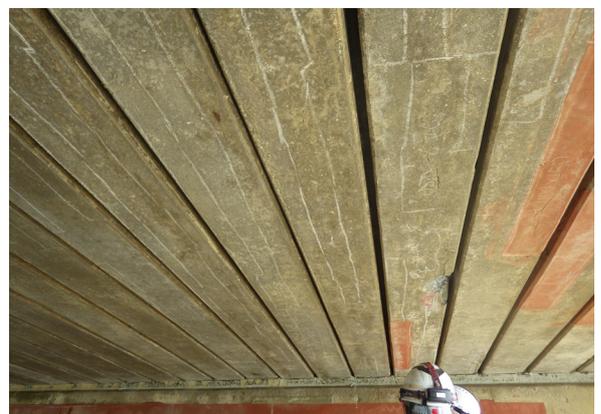


写真-1 損傷状況 (主桁下面全体のうき)

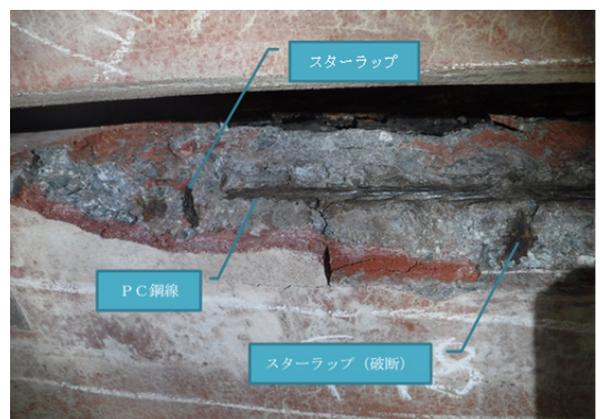


写真-2 はつり調査結果

キーワード PC 単純プレテンション I 桁橋, 塩害, 載荷試験, 応力頻度, たわみ計測, 復元設計

連絡先 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-10-35 大日本コンサルタント(株)九州支社 TEL 092-441-0457

位計を用いた従来手法との比較による精度検証を併せて実施した。(図-1 参照)

4. 試験結果

静的载荷試験は荷重車の後輪中心が支間中央となるように上下線中央に配置して各3回計測を実施した。また、動的载荷重試験は荷重車の速度を30km/hで走行させて各車線3回ずつ計測を実施した。ひずみの計測結果に基づく応力度を表-1に、たわみの計測結果を表-2に示す。

表-1より、静的と動的の主桁下縁における応力はほぼ同程度であることから、路面の凹凸等によって発生する動的増幅率は高くはないことがわかる。また、表-3に示す復元設計による格子解析結果と比較すると、実測値が解析結果の約25~40%程度となっていることがわかる。これは、壁高欄の剛性や荷重の分配効果等を格子モデルでは考慮できていないことが要因と考えられる。

応力頻度測定の結果について、最大応力は試験車走行時の約4倍となっており、走行速度の違いや重車両の同時载荷などの影響が考えられる。ただし、復元設計に基づくプレストレスと死荷重を考慮すると、活荷重に対する下縁の許容応力度は5.1 N/mm<sup>2</sup>であり、実交通による発生応力は許容値の約50%程度であることから、本橋の残存耐荷力は十分に高いと考えられる。

TWMシステムの計測結果について表-2および図-2より、従来の変位計を用いた計測結果との比較を行った。計測位置が異なるため輪荷重直下の変位計計測値が他と比べ大きいのが、たわみの大小関係は妥当であり、両者は強い相関関係を示していたことから、算出されたたわみ値の信頼性は高く、今後の状態評価手法として活用できると考えられる。

5. まとめ

塩害により主桁下面の広範囲にうきが生じたPC橋において、载荷試験および応力頻度測定を実施し、実交通に対する残存耐荷力が十分高いことを確認した。また、加速度計測によるたわみ測定法について従来手法と比較検証し、その有効性を確認できた。本橋においては、その過酷な塩害環境下により急激な損傷進展が懸念されることから、今後も定期的なモニタリングを実施することで引き続き安全性を検証していく予定である。

参考文献

- 1) (財)道路保全技術センター：既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)，1996.3.
- 2) (財)道路保全技術センター：応力頻度測定要領(案)，1996.3.

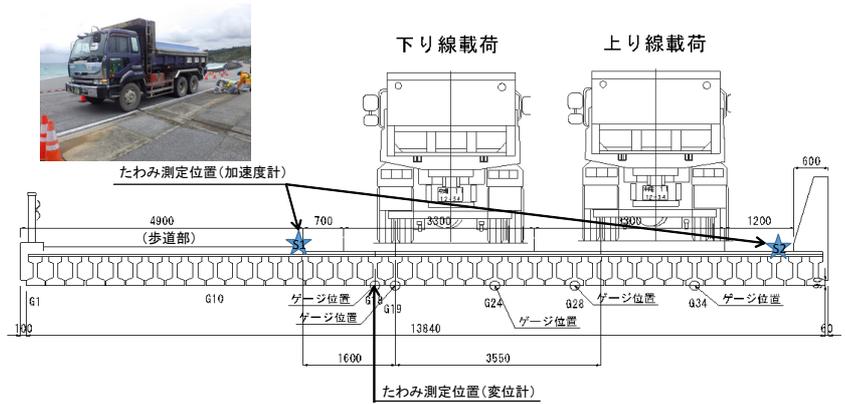


図-1 载荷位置と計測位置

表-1 ひずみ計測結果に基づく応力度

载荷方法	载荷位置	応力値(N/mm <sup>2</sup> )					備考
		G18	G19	G24	G28	G34	
静的载荷	下り線	0.59	0.63	0.63	0.46	0.20	3回平均値
	上り線	0.17	0.20	0.36	0.59	0.50	〃
動的载荷	下り線	0.64	0.64	0.57	0.44	0.21	〃
	上り線	0.22	0.22	0.39	0.63	0.55	〃
応力頻度測定		2.38	2.57	2.24	1.78	1.22	3日間最大値

表-2 たわみの計測結果

計測方法	载荷位置	測定位置	たわみ(mm)		備考
			静的	動的	
従来手法(変位計)	下り線	G18	0.70	0.77	3回平均値
	上り線	G18	0.19	0.27	〃
TWMシステム(加速度計)	下り線	S1	0.48	0.54	〃
		S2	0.08	0.09	〃
	上り線	S1	0.14	0.15	〃
		S2	0.25	0.27	〃

表-3 格子解析結果

解析方法	測定項目	载荷位置	測定位置					備考
			G18	G19	G24	G28	G34	
格子解析	応力値(N/mm <sup>2</sup> )	下り線	1.52	1.57	1.59	1.15	0.75	载荷試験と同荷重を載荷した。
		上り線	0.62	0.67	1.04	1.66	1.97	
	たわみ値(mm)	下り線	1.11	1.14	1.15	1.03	0.79	
		上り線	0.66	0.72	1.02	1.28	1.53	

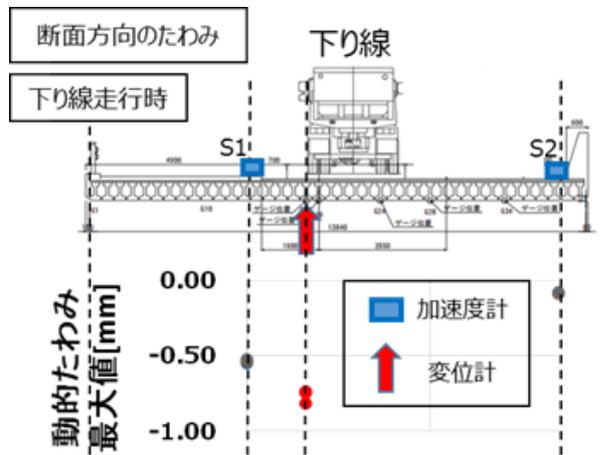


図-2 動的たわみの計測結果の検証